

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09292504 A**(43) Date of publication of application: **11.11.97**

(51) Int. Cl.

**G02B 5/02****G02B 5/08****G02F 1/1335****G02F 1/1335****G02F 1/139**(21) Application number: **08308548**(22) Date of filing: **20.11.96**(30) Priority: **27.02.96 JP 08 39772**(71) Applicant: **SHARP CORP**

(72) Inventor: **TSUDA KAZUHIKO**  
**NAKAMURA MASAKO**  
**FUJII AKIYOSHI**  
**BAN MARIKO**  
**ITOU YASUTAKA**  
**NAKAMURA KOZO**  
**KIMURA TADASHI**

**(54) REFLECTION PLATE AND ITS MANUFACTURE  
 AS WELL AS REFLECTION TYPE LIQUID  
 CRYSTAL DISPLAY DEVICE FORMED BY USING  
 THIS REFLECTION PLATE**

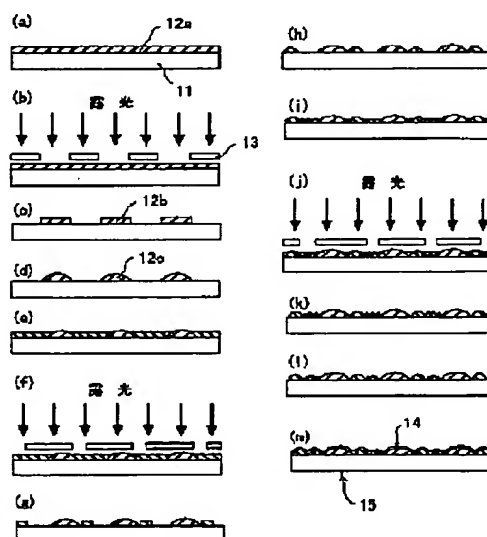
direction when the light is made incident at an angle forming 30°C from the normal direction of a standard white plate within a visual angle range of -45 to +45 around the specular reflection component.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a reflection plate having optimum reflection characteristics without the occurrence of interference while efficiently utilizing ambient light by providing this reflection plate with specific reflection intensity within a specific visual angle range around a specular reflection component.

**SOLUTION:** The film of a photosensitive resin 12a is formed on one surface of glass substrate 11 and a photomask 13 is arranged thereon and the film is subjected to exposure. The film is then developed by which fine columnar projecting parts 12d are formed. The corners of projecting parts 12b are removed and the projecting parts 12c having smooth surfaces are formed when the film is heat treated. Further, a series of stages from a photolithographing state to a heat treating stage are thereafter repetitively executed plural times. A reflection film 14 is formed by vacuum vapor deposition of Al to obtain the reflection plate 15. The intensity of the reflected light to the incident light from a certain one direction of the reflection plate 15 is 360% of the reflection intensity in a normal



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-292504

(43) 公開日 平成9年(1997)11月11日

(51) Int.Cl. <sup>9</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B	5/02		G 0 2 B	5/02 B
	5/08			5/08 C
G 0 2 F	1/1335	5 0 5	G 0 2 F	1/1335 5 0 5
		5 2 0		5 2 0
	1/139			1/137 5 0 5
審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 19 頁)				

(21) 出願番号 特願平8-308548  
 (22) 出願日 平成8年(1996)11月20日  
 (31) 優先権主張番号 特願平8-39772  
 (32) 優先日 平8(1996)2月27日  
 (33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005049  
 シャープ株式会社  
 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号  
 (72) 発明者 津田 和彦  
 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
 ャープ株式会社内  
 (72) 発明者 中村 正子  
 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
 ャープ株式会社内  
 (72) 発明者 藤井 暁義  
 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
 ャープ株式会社内  
 (74) 代理人 弁理士 梅田 勝

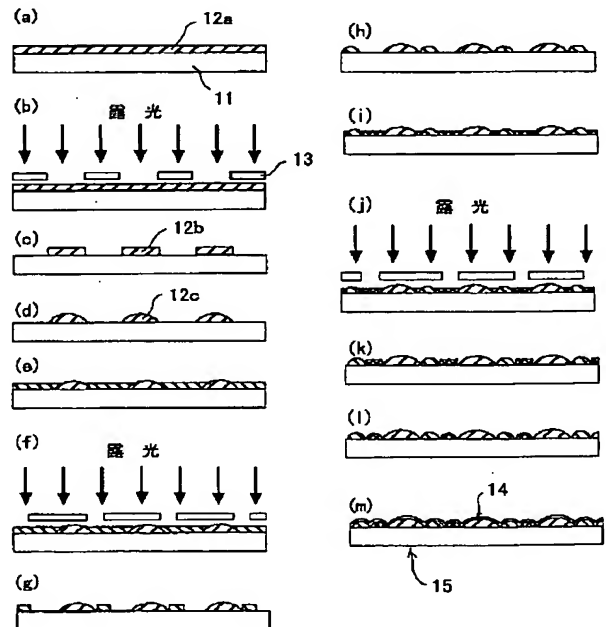
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 反射板及びその作製方法及びその反射板を用いた反射型液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 周囲光を効率良く利用できる反射強度の大きい反射板を実現させて、実用に耐え得る多色表示可能な反射型液晶表示装置を作成する。

【解決手段】 感光性樹脂12aに複数回のフォトリソ工程と熱処理工程(b~l)を施すことにより、平坦部が40%以下の連続な局面を有した凹凸反射板15aが再現性良く得られた。この反射板は、偏り少ない周囲光のもとで周囲光を効率よく利用できるので、液晶層とを組み合わせることで、実用に耐え得る反射型の多色表示が実現された。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に凹凸と該凹凸上に光反射機能を有する薄膜を形成した反射板において、ある一方向からの入射光に対する反射光の強度が、正反射成分を中心とした $-45^{\circ}$ 度 $\sim +45^{\circ}$ 度の視角範囲内で、標準白色板に法線方向から $30^{\circ}$ 度をなす角度で入射したときの法線方向の反射強度に対して $60\%$ 以上であることを特徴とする反射板。

【請求項2】 前記凹凸の各々が、少なくとも一部に連続な曲面を有し、前記基板表面における傾斜角度が $2^{\circ}$ 未満の割合が全傾斜角度分布中の $40\%$ 以下であることを特徴とする請求項1記載の反射板。

【請求項3】 前記凹凸が感光性樹脂によって形成されたことを特徴とする請求項1または2記載の反射板。

【請求項4】 前記凹凸が無機酸化物と感光性樹脂とによって形成されたことを特徴とする請求項1または2記載の反射板。

【請求項5】 前記凹凸が微粒子と感光性樹脂とによって形成されたことを特徴とする請求項1または2記載の反射板。

【請求項6】 基板上に凹凸とその上に光反射機能を有する薄膜を形成した反射板の作製方法であって、前記凹凸を形成するためのフォトリソ工程及び熱処理工程と、前記凹凸表面に前記光反射機能を有する薄膜を形成する工程とを含む反射板の作製方法において、前記フォトリソ工程及び熱処理工程を複数回行うことを特徴とする反射板の作製方法。

【請求項7】 前記複数回のフォトリソ工程の内、1回の工程で形成する凸部もしくは凹部の形状が一定であることを特徴とする請求項6記載の反射板の作製方法。

【請求項8】 前記複数回のフォトリソ工程の内、各々の工程で形成する凸部もしくは凹部の形状が互いに異なることを特徴とする請求項6または7記載の反射板の作製方法。

【請求項9】 前記複数回のフォトリソ工程における感光性樹脂として、最初にネガタイプ感光性樹脂を用い、次いでポジタイプ感光性樹脂を用いることを特徴とする請求項6乃至8のいずれか記載の反射板の作製方法。

【請求項10】 基板上に凹凸と該凹凸上に光反射機能を有する薄膜を形成した反射板の作製方法であって、前記凹凸を形成するためのフォトリソ工程及び熱処理工程と、前記凹凸を形成した面上に前記光反射機能を有する薄膜を形成する工程とを含む反射板の作製方法において、前記基板に酸化物を形成する工程と、前記酸化物をエッチングする工程と、を有することを特徴とする反射板の作製方法。

【請求項11】 基板上に凹凸とその上に光反射機能を有する薄膜を形成した反射板の作製方法であって、前記

2

凹凸を形成するためのフォトリソ工程及び熱処理工程と、前記凹凸を形成した面上に前記光反射機能を有する薄膜を形成する工程とを含む反射板の作製方法において、

前記基板に微粒子を添加した有機絶縁性樹脂を塗布する工程を有することを特徴とする反射板の作製方法。

【請求項12】 請求項1乃至5のいずれか記載の反射板を搭載したことを特徴とする反射型液晶表示装置。

【請求項13】 液晶層として、ゲストホストモードを採用したことを特徴とする請求項12記載の反射型液晶表示装置。

【請求項14】 前記液晶の複屈折率( $\Delta n$ )が $0.15$ 以下であり、

かつ誘電率異方性( $\Delta \epsilon$ )が $4 < \Delta \epsilon < 12$ であり、

かつ設定ツイスト角が $180^{\circ}$ 以上 $360^{\circ}$ 以下であり、

液晶セルの厚さが $3\mu m$ 以上 $10\mu m$ 以下であることを特徴とする請求項13記載の反射型液晶表示装置。

【請求項15】 3色のカラーフィルタを搭載するとともに、該カラーフィルタの各絵素間の段差が $0.3\mu m$ 以下であることを特徴とする請求項12記載の反射型液晶表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、バックライトを使用しない反射型液晶表示装置に搭載する反射板及びその作製方法、及びその反射板を搭載した反射型液晶表示装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、パーソナルコンピュータ、テレビ、ワードプロセッサ、ビデオカメラ等への液晶表示装置の応用がさらに進展する一方で、このような機器に対しては小型化、省電力化、低コスト化等、更なる高機能化に対する要望が高まっている。これらの要望を満たすべく、バックライトを用いずに外部から入射した周囲光を反射させて表示を行う、反射型液晶表示装置の開発が進んでいる。

【0003】バックライトを用いない分、どれだけ周囲光を効率良く利用して表示面を明るくできるかということが重要であるため、この反射型液晶表示装置に搭載される反射板の果たすべき役割は非常に大きく、あらゆる角度から入射する周囲光を効率良く利用して、最適な反射特性を有するような反射板を設計すると共に、これを正確にかつ再現性良く作製するための技術が不可欠とされてきた。

【0004】そこで、特開平6-75238号公報には、感光性樹脂で形成した凹凸の上に、さらにそれよりも薄い膜を堆積することによって凹凸を滑らかにした反射板を作製し、これをゲストホスト（以下、GHと称する）モードの液晶層と組み合わせた反射型液晶表示素子

が開示されている。

【0005】図20(a)～(l)は従来の反射板の作製方法を示す断面図及び上面図である。図20(a)～(f)はそれぞれ、上面図である図20(g)～(l)のA-A'断面図である。尚、図20(l)中の破線は、反射板表面での等高線を示すものである。

【0006】まず、図20(a)及び(g)に示すように、ガラス基板101上に感光性樹脂102aを堆積する。図20(b)及び(h)に示すように、円形のマスクパターンを形成したフォトリソ103により露光後、現像処理を行い、図20(c)及び(i)のような円柱状の凸部102bを形成する。基板全体を加熱処理し、凸部102bを適度に溶融させて図20(d)及び(j)のようななだらかな凸部102cとする。さらに、図20(e)及び(k)に示すように、この上にもう一層、先の感光性樹脂102aよりも薄く感光性樹脂104を堆積し、なだらかな凹凸形状を形成していた。最後に図20(f)及び(l)のように、表面に反射膜105として金属薄膜を堆積させる。以上のような方法により、従来の反射板106が作製されていた。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】従来の手法で得られた反射板106は、図20(l)に示すように平坦部が多く存在していた。その光学特性については、干渉は生じないものの、例えば基板法線方向から入射した光の多くが正反射を起こすために、強い反射光が得られるのは極めて狭い範囲に限られていた。すなわち、従来の反射板106は広い範囲で強大な反射強度が得られるものではなかったため、この反射板を液晶表示装置に搭載して多色表示した場合、明るさが不足し、実用に耐え得るものではなかった。

【0008】また、従来の液晶表示装置においては、液晶表示モードとカラーフィルターと反射板の特性とのマッチングが十分に考慮されないまま作製されていたため、表示が明るくてもコントラストが低い、コントラストが高くても暗い、明るさ及びコントラストが共に良好であっても応答速度が遅い、しきい値電圧が高い、配向不良のための表示ムラが発生する、といった不具合が生じていた。

【0009】この結果、従来の反射型液晶表示装置は実用に耐える表示品位を確保するために白黒表示か、せいぜい4色程度の表示にとどめることを余儀なくされており、昨今の情報の多様化に伴う多色表示化への要望には対応することができなかった。実用に耐える多色表示を実現するには、反射板の反射特性を向上させるとともに、この反射板と液晶表示モード及びカラーフィルタ等との整合性を検討しなければならない。すなわち、バックライトを備える透過型液晶表示装置とは違い、反射型液晶表示装置は周囲光の影響を強く受けるので、周囲光を考慮した反射板の光学特性や凹凸構造を設計した上

で、数多くある表示モードの中から反射板の光学特性とマッチングのとれた表示モードを選択し、各種のパラメータを最適化し、カラーフィルタを設計することが必要となっていた。しかしながら、従来では反射板の反射特性が不十分であったため、たとえ各条件を最適化したとしても、実用化できるような多色表示特性は得られなかった。

【0010】本発明は上記のような従来技術の課題を解決すべくなされたものであり、特に反射型液晶表示装置などに用いられる際に、周囲光を効率良く利用しながら干渉を生じず、最適な反射特性を有する反射板及びその作製方法を提供することを目的とする。さらに、反射板、液晶層及びカラーフィルタの組み合わせの最適化を図ることによって表示品位に優れ、信頼性の高い、多色表示を可能とする反射型液晶表示装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明の反射板は、基板上に凹凸と該凹凸上に光反射機能を有する薄膜を形成した反射板において、ある一方向からの入射光に対する反射光の強度が、正反射成分を中心とした-45度～+45度の視角範囲内で、標準白色板に法線方向から30度をなす角度で入射したときの法線方向の反射強度に対して60%以上であることを特徴としており、そのことにより上記目的が達成される。

【0012】好ましくは、前記凹凸の各々が、少なくとも一部に連続な曲面を有し、前記基板表面における傾斜角度が2度未満の割合が全傾斜角度分布中の40%以下である。

【0013】さらに好ましくは、前記凹凸が感光性樹脂によって形成される。

【0014】前記凹凸が無機酸化物と感光性樹脂とによって形成されてもよい。

【0015】また、前記凹凸が微粒子と感光性樹脂とによって形成されてもよい。

【0016】本発明の反射板の作製方法は、基板上に凹凸とその上に光反射機能を有する薄膜を形成した反射板の作製方法であって、前記凹凸を形成するためのフォトリソ工程及び熱処理工程と、前記凹凸表面に前記光反射機能を有する薄膜を形成する工程とを含む反射板の作製方法において、前記フォトリソ工程及び熱処理工程を複数回行うことを特徴とし、そのことにより上記目的が達成される。

【0017】好ましくは、前記複数回のフォトリソ工程の内、1回の工程で形成する凸部もしくは凹部の形状が一定である。

【0018】さらに好ましくは、前記複数回のフォトリソ工程の内、各々の工程で形成する凸部もしくは凹部の形状が互いに異なる。

【0019】前記複数回のフォトリソ工程における感光

性樹脂として、最初にネガタイプ感光性樹脂を用い、次いでポジタイプ感光性樹脂を用いてもよい。

【0020】本発明の反射板の作製方法は、基板上に凹凸と該凹凸上に光反射機能を有する薄膜を形成した反射板の作製方法であって、前記凹凸を形成するためのフォトリソ工程及び熱処理工程と、前記凹凸を形成した面上に前記光反射機能を有する薄膜を形成する工程とを含む反射板の作製方法において、前記基板に酸化物を形成する工程と、前記酸化物をエッチングする工程と、を有することを特徴とし、そのことにより上記目的が達成される。

【0021】本発明の反射板の作製方法は、基板上に凹凸とその上に光反射機能を有する薄膜を形成した反射板の作製方法であって、前記凹凸を形成するためのフォトリソ工程及び熱処理工程と、前記凹凸を形成した面上に前記光反射機能を有する薄膜を形成する工程とを含む反射板の作製方法において、前記凹凸を形成する工程の前に、前記基板に微粒子を添加した有機絶縁性樹脂を塗布する工程を有することを特徴とし、そのことにより上記目的が達成される。

【0022】本発明の反射型液晶表示装置は、請求項1乃至5のいずれか記載の反射板を搭載したことを特徴とし、そのことにより上記目的が達成される。

【0023】好ましくは、液晶層として、ゲストホスト型モードを採用する。

【0024】さらに好ましくは、前記液晶の複屈折率( $\Delta n$ )が0.15以下、さらに好ましくは0.10以下であり、かつ誘電率異方性( $\Delta \epsilon$ )が $4 < \Delta \epsilon < 12$ であり、かつ設定ツイスト角が180度以上360度以下であり、液晶セルの厚さが3  $\mu\text{m}$ 以上10  $\mu\text{m}$ 以下である。

【0025】また、3色のカラーフィルタを搭載するとともに、該カラーフィルタの各絵素間の段差が0.3  $\mu\text{m}$ 以下であることが望ましい。

【0026】上記構成による作用を、以下に説明する。

【0027】本発明の反射板は、ある一方向からの入射光に対する反射光の強度が、正反射成分を中心とした-45度～+45度の視角範囲内で、標準白色板に法線方向から30度をなす角度で入射したときの法線方向の反射強度に対して60%以上であることを特徴としている。これにより、従来よりも広い角度範囲で明るい反射光強度を得ることができ、偏りの少ない周囲光のもとでは周囲光を広い視角範囲で集光できるので反射光全体の強度が向上する。

【0028】また、基板上に形成した凹凸部の個々が少なくとも一部に連続する曲面を持ち、凹凸の形成された基板表面の傾斜角度が2度未満の凹凸を全傾斜角度分布中の40%以下の割合にとどめているので、これにより反射光全体に対する正反射成分の割合を減少させて、広い角度範囲で明るい反射光強度を得ることができる。そ

して、偏りの少ない周囲光のもとでは周囲光を広い視角範囲で集光できるので反射光全体の強度が向上する。

【0029】また、前記凹凸が感光性樹脂によって形成されたことを特徴としているので、新たなパターンニングのための感光性樹脂を使用することのないフォトリソ工程によって目的とする凹凸が形成される。

【0030】また、前記凹凸が無機酸化物と感光性樹脂とによって形成されたことを特徴としているので、簡単な工程で目的とする凹凸が形成される。

【0031】また、前記凹凸が微粒子と感光性樹脂とによって形成されたことを特徴としているので、簡単な工程で目的とする凹凸が形成される。

【0032】また、前記フォトリソ工程及び熱処理工程を複数回行うことを特徴とする反射板の作製方法であるので、凸部および凹部の存在密度を制御することができる。これにより、所望する反射特性を有する反射板を再現性良く作製することができる。

【0033】また、前記複数回のフォトリソ工程の内、1回の工程で形成する凸部もしくは凹部の形状が一定であることを特徴としているので、簡単な設計で所望する反射特性を有する反射板を再現性良く作製することができる。

【0034】また、前記複数回のフォトリソ工程の内、各々の工程で形成する凸部もしくは凹部の形状が互いに異なることを特徴としているので、複数種類の形状の凹凸が基板上に形成されることになる。これにより、凹凸パターンによる干渉が生じず、反射光の色づき現象の発生を抑制することができる。

【0035】また、前記複数回のフォトリソ工程における感光性樹脂として、最初にネガタイプ感光性樹脂を用い、次いでポジタイプ感光性樹脂を用いることを特徴としているので、先に形成した凹凸部の形状がより安定化する。

【0036】また、凹凸を形成するための作製方法において、感光性樹脂のフォトリソ工程及び熱処理工程と、基板に酸化物を形成する工程と、前記酸化物をエッチングする工程とを有することを特徴とする反射板の作製方法であるので、簡単な工程で目的とする凹凸を有する反射板が形成される。

【0037】また、凹凸を形成するための作製方法において、感光性樹脂のフォトリソ工程及び熱処理工程と、基板に微粒子を添加した有機絶縁性樹脂を塗布する工程を有することを特徴とする反射板の作製方法であるので、簡単な工程で目的とする凹凸を有する反射板が形成される。

【0038】また、請求項1乃至5のいずれか記載の反射板を搭載したことを特徴とする反射型液晶表示装置であるので、明るく、高コントラストな表示が得られる。

【0039】また、液晶層として、ゲストホスト型モードを採用したことを特徴とする請求項1.2記載の反射型

液晶表示装置であるので、さらに、明るく、高コントラストな表示が得られる。

【0040】また、前記液晶の複屈折率( $\Delta n$ )が0.15以下、さらに好ましくは0.10以下であり、かつ誘電率異方性( $\Delta \epsilon$ )が $4 < \Delta \epsilon < 12$ であり、かつ設定ツイスト角が180度以上360度以下であり、液晶セルの厚さが3 $\mu\text{m}$ 以上10 $\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項13記載の反射型液晶表示装置であるので、さらに、明るく、高コントラストで高速応答で多階調可能な信頼性の高い表示が低消費電圧駆動で実現される。

【0041】また、3色のカラーフィルタを搭載するとともに、該カラーフィルタの各絵素間の段差が0.3 $\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項12記載の反射型液晶表示装置であるので、実用に耐え得る美しい多色カラー表示が実現できる。

【0042】

【発明の実施の形態】

(実施形態1) 以下に実施形態1における本発明の反射板及びその作製方法を示す。

【0043】図1(a)～(m)は本実施形態1の反射板の作製方法を示すフロー図である。図に基づき、以下に本実施形態1の反射板の作製方法を示す。

【0044】まず、図1(a)に示すように、厚さ1.1mmのガラス基板(商品名7059、コーニング社製)11の一方の面に、感光性樹脂12aとして例えば、東京応化学社製、OFPR-800(商品名)を好ましくは500rpm～3000rpmでスピコートする。本実施形態1では1000rpmで30秒間、スピコートをを行い、感光性樹脂12aを1.2 $\mu\text{m}$ の厚\*30

\*みに成膜した。次に、100℃で30秒間プリベークした後、図1(b)に示すような所定のパターンが形成されたフォトマスク13を配置し、露光を行う。この後、現像剤として例えば東京応化学社製、NMD-3(商品名)の2.38%溶液を用いて現像を行うことにより図1(c)に示すとおり表面に微細な円柱状の凸部12bが形成される。以上、感光性樹脂塗布から露光に至る一連の工程をフォトリソ工程と呼ぶ。

【0045】図1(b)の工程において、円柱状の凸部を形成するために使用したフォトマスク13の光透過部の形状は円形であり、その配置はランダムとした。さらに、円形パターンのエッジ間隔は、一回のフォトリソ工程で作製する隣り合う凸部が互いに連結しないように、最小2 $\mu\text{m}$ とし、3回のフォトリソ工程を経て形成される凸部の面積が画素の全面積の約80%となるように設計した。

【0046】この後、ガラス基板11の凸部12bを好ましくは120～250℃で熱処理を行うと、図1(d)に示すように角がとれて表面が滑らかな凸部12cが形成される。本実施形態1では180℃で30分間の熱処理を行った。以後、本工程を熱処理工程と呼ぶ。

【0047】さらにこの後、図1(a)～(d)で示した、フォトリソ工程から熱処理工程に至る一連の工程を複数回、繰り返し行う。本実施形態1では、図1(e)～(h)及び図1(i)～(l)に示すように、さらに2回のフォトリソ工程および熱処理を繰り返し行った。

【0048】表1にそれぞれの工程における設定条件を示す。

【0049】

【表1】

	感光性樹脂 塗布回転数	感光性樹脂 塗布時間	形成膜厚	フォトマスク 穴形状	フォトマスク 穴直径
1回目	1000rpm	30sec	0.5 $\mu\text{m}$	円形	20 $\mu\text{m}$
2回目	2000rpm	30sec	1.2 $\mu\text{m}$	円形	10 $\mu\text{m}$
3回目	3000rpm	30sec	0.2 $\mu\text{m}$	円形	5 $\mu\text{m}$

【0050】なお、本実施形態1においては、複数回の熱処理工程の処理温度はすべて一律180℃としたが、架橋性に劣るポリマーを用いた場合は前工程で形成した凹凸形状がさらに安定となるように、前工程での熱処理温度よりも後工程の熱処理温度を低くすることが望ましい。

【0051】次に、図1(m)に示すように光反射機能を有する薄膜(以下、反射膜と称する)14として金属薄膜を形成する。本実施形態1においてはAlを真空蒸着することにより薄膜形成を行う。材料としては、Al

他にも、反射率が高く薄膜形成の行いやすいNi、Cr、Ag等の金属を用いることもできる。また、反射膜14の膜厚は、0.01～1.0 $\mu\text{m}$ 程度であることが望ましい。

【0052】以上の作製工程により、反射板15を得ることができる。

【0053】反射板15表面の凸部形状を観察すると、少なくとも一部に連続な曲面を有し、ゆるやかな起伏を有した円錐状の山型で、その頂点部分の配置はランダムであった。また、反射板15表面の傾斜角度分布を干渉

顕微鏡を用いて測定し、その結果を図2(a)に示す。本実施形態1の反射板15において、傾斜角度が0度以上2度未満(以後平坦部と称する)の存在比率が絵素面積の約17%である。

【0054】さらに、反射板15を実際に液晶表示装置に採用した場合を想定し、反射板15の反射特性を測定した。このときの測定方法を図3に示し、結果を図4(a)に示す。

【0055】図3のように、測定には反射板15の表面にUV硬化接着剤16を塗布し、ガラス基板(測定用)17を密着させたものを用いた。実際の液晶表示装置と同じ条件を再現するために、UV硬化接着剤16は液晶層およびガラス基板17と同じ屈折率(1.5)を有するものを使用し、液晶層とガラス基板17との界面状態が測定結果に及ぼす影響はないものとした。よって、本測定で得られた結果は反射板15の表面と液晶層との境界における反射特性を与えるものと考えることができる。光源18から反射板15へ照射される入射光19の反射光20をフォトマルチメーター21で検出することにより反射特性を測定した。入射光19に対応する正反射方向22を0度としフォトマルチメーター21を移動させながら反射光強度を測定する。このときのフォトマルチメーター21と正反射方向22とのなす角が測定角度23であり視角に対応する。リファレンスとして、正反射方向と30度の角度をなす方向から標準白色板に入射させた光を法線方向で受光したときの反射強度を100とし、測定値をリファレンスに対する比率として算出した。

【0056】図4において、横軸は測定角度を、縦軸は上述の方法で算出した反射光強度を表すものである。本実施形態1の反射板15は、図4(a)に示すように、0度方向の反射率が最も強いが、-45度~+45度の広い範囲内で常に60%を超える反射光強度を得た。-30度~+30度の範囲では常に160%を超える反射光強度を得ることができた。従来のように、反射光強度が極端に増大していた正反射成分を抑制する代わりに、本実施形態1の反射板15は、上記の広い視角範囲内において常に明るい表示を与えた。

【0057】尚、上記反射板15の感光性樹脂材料は、上記の商品名OFPR-800に限定されない。すなわち、ネガタイプ、ポジタイプに拘わらず、少なくともフォトリソ工程を用いてパターンニングできる感光性樹脂であれば使用可能である。使用可能な材料としては、東京応化社製、商品名OMR-83、OMR-850、NNR-20、OFPR-2、OFPR-830、OFPR-5000、Shipley社製の、商品名TF-20、1300-27、1400-27、東レ社製の、商品名フォトニス、積水ファインケミカル社製の商品名RW101、日本化薬社製の、商品名R101、R633等を挙げることができる。

【0058】また、ポジタイプ、ネガタイプのどちらであるかに応じて、作製するフォトマスクのパターン形状をポジとするかネガとするかを考慮する必要がある。

【0059】さらに、反射板15の基板としては、透明なガラス製の基板を採用したが、Si基板のような不透明基板でも同様の効果が発揮され、この場合には基板上に容易に回路を集積できるという利点がある。

【0060】さらに、表面内に、2種類以上の屈折率の異なる領域を有するような表面形状が平坦な反射板であっても、同様の効果が発揮され、この場合には、反射表面上に形成される電極のパターニングが良好になったり、液晶の配向も良好になるという利点がある。

【0061】(実施形態2)以下に実施形態2における本発明の反射板及びその作製方法を説明する。

【0062】本実施形態2の反射板の作製方法を以下に説明する。

【0063】図5(a)~(i)に本実施形態2の反射板の作製工程を示す。図5(a)に示すように、厚さ1.1mmのガラス基板(コーニング社製:商品名7059)31の片面に、感光性樹脂32aとしてネガタイプ感光性樹脂(新日鐵化学社製:商品名V259PA)を所望とする膜厚が得られるよう、好ましくは500rpm~3000rpmでスピコートする。本実施形態2においては、1000rpmで30秒間塗布し、感光性樹脂32aを1.2μmの厚みに成膜する。次に、この基板を100℃で30秒間プリベークした後、図5(b)~(c)に示すように、所定のパターンが形成されたフォトマスク33を配置し、露光後、4%CaCO<sub>3</sub>溶液を用いて現像を行い、光が遮光された部分の表面に微細な凸部32bを形成する。

【0064】次に、ガラス基板31上の凸部32bを200~240℃で熱処理すると凸部32bの角が取れて滑らかな凸部32cが形成される。本実施形態2においては220℃で30分間の熱処理を行った。

【0065】次に、図5(e)に示すように、感光性樹脂34aとしてポジタイプ感光性樹脂(日本合成ゴム社製:商品名MFR)を所望とする膜厚が得られるよう、好ましくは500rpm~3000rpmでスピコートする。本実施形態2においては2000rpmで30秒間樹脂を塗布した後、感光性樹脂34aを0.5μmの厚みに成膜する。

【0066】さらに、100℃で30秒間プリベークした後、図5(f)のように所定のパターンが形成されたフォトマスク35を配置し、露光した。このとき、1回目のフォトリソ工程で形成されたネガ型感光性樹脂の凸部には光が当たらないようにマスクが設計されているので、凸部の形状はくずれない。本実施形態2で円柱状の凸部を形成するために使用したマスクの遮光部の形状は円形であり、その配置はランダムである。さらに、1回



のフォトリソ工程で形成する円型パターンの端部間隔は最小 $2\mu\text{m}$ とし、2回のフォトリソ工程を経て形成される凸部の面積（存在比率）が画素の全面積に対して約80%となるように設計した。その後、1% KOH溶液を用いて現像を行うと図5（g）のように表面に微細な凸部34bが形成される。このように、最初にネガタイプ感光性樹脂を用い、次いでポジタイプ感光性樹脂を用いることで安定した形状が得られる。これは、先のフォトリソ工程で形成した凸部が、2度目のフォトリソ工程の露光の際にフォトマスクで遮光されるためである。

【0067】ガラス基板31上の凸部34bを $140\sim 240^\circ\text{C}$ で熱処理することにより、角がとれて滑らかな形状となった後に硬化し、図5（h）に示すように滑らかな凸部34cが形成される。本実施形態2においては $180^\circ\text{C}$ で10分間熱処理を行う。

【0068】以上の工程を行った後、図5（i）に示すように表面に反射膜36を形成した。反射膜36の材料としては、反射率が高く薄膜形成のしやすいAl、Ni、Cr、Agなどの金属を挙げることができる。膜厚としては $0.01\sim 1.0\mu\text{m}$ 程度の範囲が適当である。本実施形態2においてはAlを真空蒸着することにより反射膜36を形成した。

【0069】以上のようにして反射板37が完成する。

【0070】本実施形態2で形成した反射板37表面の凸部の形状は、ゆるやかな起伏を有した円錐状の山型でその頂点部分の配置はランダムである。凸部34cの直径は $20\mu\text{m}$ 、凸部53cの直径は $10\mu\text{m}$ であった。この時の反射板37表面の傾斜角度分布を干渉顕微鏡を用いて測定した結果を図2（d）に示す。マスクで設計した形状が正しく反映されて、平坦部の存在比率が全体の約20%となった。さらに、反射板37の反射特性を測定した結果を図4（b）に示す。測定方法については本発明実施形態1において説明した方法と同様である。図4（b）において、 $-45^\circ\sim +45^\circ$ の広範囲で常に60%を越えた。特に、 $-30^\circ\sim +30^\circ$ の範囲では常に150%を越える強い反射光強度を得ることができた。つまり反射板37は上記の広い視角範囲内において明るい表示を与えることがわかった。言い換えると、従来とは異なり、光強度が極端に増大している正反射成分を抑制することができた。

【0071】（比較形態1）以下、比較形態1の反射板の作製方法およびその反射特性を示す。

【0072】図21（a）～（j）に比較形態1の反射板の作製工程を示す。図21（f）～（j）は上面から観察した図であり、図21（a）～（e）はそれぞれ、図21（f）～（j）のA-A'断面図である。

【0073】図21（a）及び（f）に示すように、厚さ $1.1\text{mm}$ のガラス基板（例えば、コーニング社製：商品名7059）121の片面に、感光性樹脂122aとして例えば、東京応化社製：商品名 OFPR-80

0を所望とする膜厚が得られるよう、好ましくは $500\text{rpm}\sim 3000\text{rpm}$ でスピンコートする。本比較形態1においては $1000\text{rpm}$ で30秒間塗布し、感光性樹脂122aを $1.2\mu\text{m}$ の厚みに成膜する。次に、この基板を $100^\circ\text{C}$ で30秒間プリベークした後、図21（b）及び（g）に示すように所定のパターンが形成されたフォトマスク123を配置し、露光後、現像を行い、図21（c）及び（h）に示すようにガラス基板121表面に凸部122bを形成した。円柱状の凸部122bを形成するために使用したマスクの遮光部の形状は繊細な円形であり、その配置はランダムである。1回のフォトリソ工程で形成する隣合う凸部122b同士が連結することを防ぐため、円型パターンの端部間隔は最小 $2\mu\text{m}$ とし、フォトリソ工程を経て形成される凸部122bの面積が画素の全面積に対して約40%となるように設計した。

【0074】次に、ガラス基板121上の凸部122bを好ましくは $120\sim 250^\circ\text{C}$ で熱処理することにより凸部122bの角がとれて滑らかな形状となった後に硬化し、図21（d）及び（i）に示すように滑らかな凸部122cが形成された。本比較形態2においては、 $180^\circ\text{C}$ で30分間の熱処理を行った。

【0075】以上の工程を行った後、図21（e）及び（j）に示すように表面に反射膜124を形成する。反射膜124の材料としては、Al、Ni、Cr、Agなどの金属を挙げることができる。膜厚としては $0.01\sim 1.0\mu\text{m}$ 程度の範囲が適当である。本比較形態1においてはAlを真空蒸着することにより反射膜124を形成した。

【0076】以上のようにして、反射板125を得ることができた。

【0077】本比較形態1で形成した滑らかな凸部122cの形状は基板上方から見ると、ゆるやかな起伏を有した円錐状の山型でその頂点部分の配置はランダムである。この反射板125表面の傾斜角度分布を干渉顕微鏡を用いて測定した結果を図2（c）に示す。さらに反射板125の反射特性を測定し、その結果を図4（c）に示す。測定方法については本発明実施形態1において説明した方法と同様である。

【0078】図2（c）において、反射板125表面の平坦部の存在比率は60%近くを占めている。また、図4（c）によれば、本比較形態2における反射板125の反射特性は、 $-15^\circ\sim +15^\circ$ の範囲で反射光強度が大きく、 $\pm 15^\circ$ を越えると急激に反射光強度が低下した。さらに、 $-5^\circ\sim +5^\circ$ 範囲の反射強度は、それ以外の角度方向への反射強度と比較した場合、突出して強大となった。

【0079】このように、広い範囲で強い反射強度が得られないのは、基板上の平坦部分の存在比率が大きく、入射光の大部分が正反射成分となって反射するためと考

えられる。

【0080】(比較形態2)以下、比較形態2の反射板の作製方法およびその反射特性を示す。

【0081】比較形態1と同様に、本比較形態2において形成した反射板の作製工程を図6(a)~(j)に示す。図6において、111はガラス基板、112aは感光性樹脂、112bは円錐状の凸部、112cは滑らかな凸部、114は反射膜、115は反射板である。マスク設計の際、円柱状の凸部112bを形成するために使用したマスク113の遮光部の形状は繊細な円形であり、その配置はランダムとした。本比較形態2においては画素領域での平坦部分の割合を少なくするため、円形パターンの端部間隔は最小0.5μmとし、フォトリソ工程を経て形成される凸部の面積が画素の全面積に対して約80%となるように設計した。

【0082】以後、上記比較形態1と同様、フォトリソ工程と熱処理工程を経て、反射板を作製した。

【0083】以上のような構成の反射板について表面の傾斜角度分布を干渉顕微鏡を用いて測定した結果を図2(d)に示す。図2(d)において、反射板115の平坦部の存在比率は50%近くとなっている。

【0084】さらに本比較形態2における反射板の反射特性を測定し、その結果を図4(d)に示す。測定方法については、上記実施形態1において説明した方法と同様である。図4(d)より、-15度~+15度の比較的狭い範囲でのみ、反射光強度が大きく、特に、-5度~+5度の反射強度が突出して大きくくなっていることがわかる。

【0085】凸部102bの存在比率を基板全面積に対して約80%と非常に大きく設計したにもかかわらず、このように正反射成分が極めて多くなったのは以下の理由による。すなわち、一度のフォトリソ工程で形成する隣り合う凸部同士の間隔を0.5μmと大変狭く設計したために凸部同士が溶融されて連結したために平坦部分の存在比率が高まったからである。つまり、多数の凸部が連結して大きな一つの塊をなし、熱だれによって曲線を形成するのはこの大きな塊の周縁部のみで、結果としてそれ以外の部分は平坦部分として残存したためである。

【0086】(実施形態3)以下に実施形態3の本発明の反射板及びその製造方法について説明する。

【0087】図7(a)~(d)に実施形態3における本発明の反射板の作製工程を示す。図7(a)に示すように、厚さ1.1mmのガラス基板(例えば、コーニング社製:商品名7059)51の一方の面に、スパッタリング法により酸化物を成長させ、図7(b)のような酸化物膜52を形成する。酸化物膜52としてはSiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO、TiO<sub>2</sub>、SnO<sub>2</sub>、ITO(indium tin oxide)等を用いることもできる。酸化物膜52の膜厚は後に感光性樹脂によって形

成する凸部の大きさ、さらに結果として出来上がる反射板の反射特性を考慮し、0.01~1μmの範囲にあることが好ましい。本実施形態3においては、酸化物膜52としてSnO<sub>2</sub>を用い、0.1μmの厚さに成長させた。

【0088】次に、フォトリソ工程として以下の手順で作製を行う。フッ化水素酸(47%溶液)と硝酸(60%溶液)とを重量比1:100の割合で混合した25℃の溶液に、酸化物膜52を形成したガラス基板51を10分間浸漬してエッチング処理を行った。これにより、図7(b)に示すように、ガラス基板51の一方の面に凹凸53を形成する。

【0089】以上のようにしてガラス基板51表面に形成した酸化物膜52に対してエッチング処理を行い、基板上に微細な凹凸53を形成した上に、感光性樹脂を塗布し、さらにフォトリソ工程及び熱処理工程を経て、図7(c)に示すような感光性樹脂による凹凸54を設ける。凹凸54を得る手法については、実施形態1または2で説明した方法と同様のものを用いることができる。次に、図7(d)に示すように、基板表面に反射膜55を形成する。本実施形態3においてはAlを真空蒸着することにより薄膜形成を行った。Alの他にも反射率が高く薄膜形成の行いやすいNi、Cr、Ag等の金属を用いることもできる。また、反射膜55の膜厚は0.01~1.0μm程度であることが好ましい。

【0090】以上の作製工程により、本実施形態3の反射板56を得ることができる。そして、この反射板56において傾斜角度分布を干渉顕微鏡を用いて測定した。反射板56表面の凹凸は、無機酸化物と感光性樹脂によって形成された構成となっている。このように、フォトリソ工程と熱処理工程で形成された凹凸部以外の平坦部分にも、あらかじめ微細な凹凸が形成されているため、平坦部の存在比率は全体の40%以下となり、正反射成分を減少させ、-45度~+45度の広範囲で常に60%を超える反射強度を与える反射板となった。

【0091】また、本実施形態3において、あらかじめ基板に作製する微細な凹凸パターンの直径を2μmとするがこの限りではなく、フォトリソ工程で作製される凹凸パターンの直径よりも小さく、かつ凹凸同士が重ならないように形成すればよい。

【0092】(実施形態4)以下に実施形態4の反射板及びその製造方法について説明を行う。

【0093】図8(a)~(c)に本実施形態4における本発明の反射板の作製方法を示す。図8(a)に示すようにガラス基板61の一方の面に、微粒子62を添加した有機絶縁性樹脂63を塗布する。本実施形態4においては、ガラス基板61として厚さ1.1mmのもの(例えば、コーニング社製:商品名7059)を用いた。微粒子62として本実施形態4では粒径0.5μmの球形のSiO<sub>2</sub>を用いた。微粒子62の材料としては

15

SiO<sub>2</sub> の他にも、ガラス、プラスチック、金属等を用いてもよい。形状としては、球形、繊維状、錘形等の定形、不定形を問わず何れの微粒子も使用することができる。微粒子62の添加量は有機絶縁性樹脂63の10%程度が好ましい。また、有機絶縁性樹脂63としては例えば、東京応化社製、OCD type 7を挙げることができる。尚、有機絶縁性樹脂63としてはこの他にも熱硬化性樹脂、光硬化性樹脂等、各種樹脂を使用することができる。

【0094】微粒子62を添加した有機絶縁性樹脂83は所望とする膜厚が得られるよう、スピンコート法により好ましくは500rpm~3000rpmで基板81上に塗布する。本実施形態4においては1000rpmで30分間スピンコートし、90℃で3分間、さらに250℃で60分間の熱処理を行って硬化させた。このときの膜厚は1μmとした。

【0095】以上の工程により、ガラス基板61の表面に多数の微細な、微粒子62による凹凸が形成される。

【0096】この後、図8(b)に示すように、実施形態1または2と同様の方法で、さらに表面に感光性樹脂からなる凹凸64を形成する。さらに、図8(c)に示すように反射膜65を形成すると、本実施形態4の反射板66が完成する。

【0097】反射板66表面の凹凸は、微粒子と感光性樹脂によって形成された構成となっている。このように、フォトリソ工程と熱処理工程で形成された凹凸部以外の平坦部分にもあらかじめ微細な凹凸が形成されているため、平坦部の存在比率は全体の40%以下となり、正反射成分を低減し、-45度~+45度の広範囲で常に60%を超える反射強度を与える反射板となった。

【0098】ガラス基板61に予め凹凸を形成する方法としては、上記のように微粒子を添加する方法以外にも、サンドブラスト法、ポリッシュ法等の方法も採用することもできる。また、予め基板に形成する微細な凹凸パターンの直径は0.5μmとしたが、用いる樹脂の性質に応じてフォトリソ工程で形成される凹凸の直径よりも小さく、かつ凹凸同士が重ならないように形成することができれば、それ以外の径でも何ら構わない。

【0099】(実施形態5)以下に実施形態5における本発明の反射板及びその作製方法を図面に基づいて説明する。

【0100】まず、本実施形態5の反射板の製造方法について説明を行う。

【0101】図9(a)~(l)に実施形態5における本発明の反射板の作製工程を示す。図9(g)~(l)は上面図を示し、図9(a)~(f)はそれぞれ(g)~(l)中のA-A'断面図を示す。

【0102】まず、フォトリソ工程を行う。図9(a)及び(g)に示すように、厚さ1.1mmのガラス基板(商品名7059、コーニング社製)71の一方の面

16

に、感光性樹脂72aとして例えば、東京応化学社製、OFPR-800(商品名)をスピンコート法により1.2μmの厚みに成膜する。次に100℃で30秒間プリバークした後、図9(b)及び(h)に示すように、所定のパターンが形成されたフォトマスク73を配置し、露光を行う。本実施形態5においてはフォトマスク73として、光透過部の円形をランダムに配置させたものを用いた。さらに、現像剤として例えば東京応化社製、NMD-3(商品名)の2.38%溶液を用いて現像を行うことにより図9(c)及び(i)に示すとおり表面に微細な円柱状の凹部72bを形成する。尚、本実施形態5では感光性樹脂72aとしてネガタイプのものを用いたので上記のようなパターンのフォトマスク73を用いたが、感光性樹脂72aとしてポジタイプのものを用いた場合にはマスクパターンを反転させる必要がある。

【0103】次に、この基板を好ましくは120~250℃で熱処理すると、図9(d)及び(j)に示すように、角がとれて表面が滑らかな凹凸72c連続面が形成されたのち、硬化する。本実施形態5では200℃で30分間の熱処理を行った。

【0104】この後、図9(e)及び(k)に示すように、凹凸72cをさらに滑らかにするために、凹凸72cの上にさらに感光性樹脂を堆積する。この感光性樹脂の材料としては上記の感光性樹脂72aと同じものを用い、これをスピンコート法により厚み約0.3μmに成膜する。この後、加熱処理を行うことによって感光性樹脂が熱だれを起こし、2層目の凹凸74が形成される。本実施形態5においては200℃で30分間の加熱処理を行った。本工程により、さらに滑らかで平坦部の少ない凹凸表面が形成される。

【0105】以上の工程を行った後、図9(f)に示すように表面に反射膜75を形成する。また、図9(l)中の点線は、反射膜を75を形成したときの基板表面の等高線を示すものである。本実施形態5においてはA1を真空蒸着することにより反射膜75を形成する。A1の他にも、実施形態1に示した金属なら何れでも用いることができる。尚、反射膜75の厚みは好ましくは0.01~1.0μm程度である。

【0106】以上の工程により、本実施形態5の反射板76が完成する。

【0107】以下に、本実施形態5の反射板76について説明を行う。

【0108】反射板76の表面形状を干渉顕微鏡を用いて基板上方から観察した結果を図10に示す。反射板76表面には、図10の断面形状で示されるゆるやかな起伏を有するくぼみがランダムに配置されていることがわかる。また、図2(e)に示すように平坦部の存在比率が12%と低い割合にとどまった。

【0109】さらに、実施形態1と同様の方法を用いて

反射板76の反射特性を測定し、測定結果を図4(e)に示す。反射板76の反射特性は、 $-45^{\circ}$ 度 $\sim +45^{\circ}$ 度の広い範囲で60%を超え、 $-35^{\circ}$ 度 $\sim +35^{\circ}$ 度の範囲では標準白色板を越える明るさが得られた。

【0110】以上のように本実施形態5では、2度目に塗布した感光性樹脂が、熱だれ工程の際、円形のくぼみの隅や底部に溜まることによって、1回のフォトリソ工程でゆるやかな起伏を有する円形のくぼみをランダムに構成することにより、実施形態1から4で得られた反射板と同様、良好な特性を有する反射板を得られた。

【0111】尚、本実施形態5において、フォトリソ工程で作製した凹部の表面形状（すなわち、基板面に平行な面）を円形の凹部としたが、多角形の凹部であっても同様の効果を得ることができる。

【0112】反射板のどのような光学特性が、液晶表示装置を作成して目視で観察したときの明るさに最も寄与するかを検討した。その結果、単一光源下での反射強度の視角依存性が、複数光源下での目視による明るさに影響を与えることを見いだした。以下にその詳細を述べる。

【0113】図16(a)に示すように、光源200が唯一つ設置された場合、ごく限られた方向からの入射光201しか存在しない。このため、反射板203上での入射光201強度は、一方向のみで強くなる。一方、図16(b)に示すように、光源200が複数箇所に設置\*

\*された場合、あらゆる方向からの入射光201が存在する。このため、入射光201の偏りが単一光源の場合に比べて小さくなる。図16(b)のような状況下では、図17(a)に示す実施例形態1から5で得られた、 $-45^{\circ}$ 度 $\sim +45^{\circ}$ 度の広い視角範囲にわたって標準白色板比60%以上の反射強度を与えるような反射板204aによれば、図18(a)で示すように、広い視角範囲に相当するコーンに入射する入射光を集めることができる。すなわち、光路が可逆性を有するため、広い範囲で入射光201を集光できることに伴って、反射光202の強度が向上するという効果が観察されたものと考えられる。一方、図17(b)に示すような正反射成分の大きい、狭い範囲に反射光が集中する比較形態の反射板204bによれば、図18(b)に示すように狭い範囲の限られた方向の入射光201しか集光できないので、反射光202において明るさの向上が期待できないといえる。

【0114】そこで、 $45^{\circ}$ 度の視角方向での反射率が異なる反射板を用いて作成した液晶表示装置を作成し、表示の明るさを調べたところ、表2のようになった。明るい表示を得るためには、 $45^{\circ}$ 度の視角方向での反射率が60%以上の光学特性を有する反射板が必要であることがわかった。

【0115】

【表2】

正反射成分から $45^{\circ}$ 度での反射率(%)	30	40	50	60	70
複数箇所の蛍光灯の部屋で観察した明るさ	×	×	△	○	◎

×: 暗い  
△: 少し暗い  
○: 明るい  
◎: 充分明るい

【0116】さらに、反射板の凹凸形状と光学特性との関係を調べる、反射板の平坦部の存在比率と正反射方向から $45^{\circ}$ 度での反射率を測定した。図22から、平坦部が増加するほど、正反射成分の割合が増加するため、 $45^{\circ}$ 度の視角方向での反射率が小さくなることがわかる。また、明るい反射特性を得るためにはその平坦部の存在比率を40%以下にする必要があることもわかった。

【0117】（実施形態6）上記本発明の反射板を搭載した反射型液晶表示装置について説明を行う。

【0118】本実施形態6の反射型液晶表示装置では、実施形態5の反射板と同様の表面状態を有する反射板を搭載し、偏光板を使用しないゲストホストモード型液晶を採用する。

【0119】図11に本実施形態6の本発明の反射型液晶表示装置の構成を示す。

【0120】図11において、アクティブマトリクス基

板としての機能を備えた反射板81を所定の間隔を隔ててカラーフィルタ82を備えた対向基板83と貼り合わせ、その内部に液晶層84が封入されている。液晶層84としては本実施形態6においてはゲストホストモードを用いた。これは、上記反射板81が、偏光保持される割合が小さく、1枚偏光板を用いる複屈折型表示モードと組み合わせると表示のコントラスト比が低下するためである。

【0121】本実施形態6の反射板81は以下の構成となっている。絶縁性基板85として例えばガラス基板上に薄膜トランジスタ86が形成され、薄膜トランジスタ86のドレイン電極に接続された画素電極87が設けられている。これらを覆うようにして感光性樹脂88が形成されている。感光性樹脂88は、上記実施形態1から5における反射板においてガラス基板上に形成した感光性樹脂に相当し、その表面には実施形態1から5で示した

手法によって凹凸が形成されている。感光性樹脂88の上には、実施形態1から5の反射板での反射膜に相当する反射画素電極89がマトリクス状に形成されており、各薄膜トランジスタとはコンタクトホール90を介して電氣的に接続されている。さらに、反射画素電極89を覆うように全面に配向膜91が形成されている。また、反射板81の表面状態は、上記実施形態5の反射板と同様である。以上がアクティブマトリクス基板としての機能を兼備する反射板81の構成である。

【0122】一方の対向基板83にはガラス等からなる絶縁性基板85の上に赤(R)、緑(G)、青(B)の三色からなるカラーフィルタ82が設けられ、その上にはカラーフィルタ82に各画素間の段差を緩和するための平坦化層92、対向電極93、さらに配向膜91が順に形成されている。

【0123】上記反射型液晶表示装置の作製にあたっては、使用する反射板81に対して液晶層の物性を中心とした諸条件の最適化を行った。

【0124】まずセル厚みであるが、厚くすれば色素分子による吸収が高められることによりはっきりとした黒色を表示できる一方、応答速度がセル厚みの二乗に比例して低下するという因子がより支配的である。したがって、この応答速度を第一に考慮し、実用化条件である200msを満足するよう、セル厚の上限を10 $\mu$ m、好ましくは7 $\mu$ mに設定する。他方、下限としてはコントラスト及び作製時の便宜上、3 $\mu$ m、好ましくは4 $\mu$ mとする。本実施形態6においてはセル厚みを5 $\mu$ mとして作製した。ここで述べるセル厚とは、凹凸形成されていないコンタクトホール部で測定した値から、樹脂層と金属層との厚みを差し引いた値である。

【0125】液晶のツイスト角であるが、好ましくは180度~360度とする。つまり、ゲストホスト型液晶において、液晶(ホスト)の配向状態に一致して配向する色素分子(ゲスト)が自然光を吸収する必要があることから下限を180度とし、一方、双安定性を考慮して上限を360度としたことによる。本実施形態6においてはツイスト角を240度とした。

【0126】液晶の複屈折 $\Delta n$ であるが、上記の範囲でツイスト角を設定すると入射光が液晶のツイストに追従できないため、実際の表示品位、特にコントラスト比が $\Delta n$ に依存するようになる。図12に、このときの $\Delta n$ とコントラストとの関係を示す。ここで、一般に、“見やすい”とされるコントラスト比は4以上であり、これが3.5よりも低ければ“見づらい”とされることから、 $\Delta n$ を好ましくは0.15以下、さらに好ましくは0.10以下に設定する。本実施形態6においては $\Delta n$ を0.09とした。

【0127】また、このツイスト角の領域ではわずかなセル厚ムラに対してもストライプドメインが発生しやす

くなってヒステリシスが引き起こされるので階調表示ができなくなる。さらに本発明の液晶表示装置は、表面に凹凸を有する反射板が液晶層と内接する素子構成であるため、平坦な反射板ではストライプドメインの生じない $d/p$ ( $d$ :セル厚、 $p$ :液晶の自然ピッチ)に設定された液晶であっても、凹凸反射板の凹凸形状に誘発されてストライプドメインが発生し、ヒステリシスの原因となる。このような不具合が生じることのないよう、ストライプドメインが発生しにくく、かつ光学特性にすぐれた反射板の凹凸形状について検討した。

【0128】 $\Delta n=0.09$ の液晶に光学活性物を添加して $d/p$ が0.58となるように調節した。この液晶を使用して、セル厚5 $\mu$ m、ツイスト角240度である実施形態7に示す液晶表示装置を作成して、電圧をかけて顕微鏡観察した結果、GとBの絵素には凸部と凸部との間にある谷にそって、ストライプドメインが発生していた。これは、図13に示すように、本実施形態7で使用したカラーフィルタの断面形状において、R絵素はB及びGの絵素に比べて厚く、最大0.3 $\mu$ mの段差が存在しているため、液晶表示装置においてRの絵素に比べてセル厚の大きいGとBの絵素にストライプドメインが発生したと考えられる。

【0129】次に $d/p$ が0.60となるように調節し、同様に液晶表示装置を作成した。この条件で、電圧を印加してもストライプドメインの発生はみられなかった。基板を貼り合わせるときのセル厚ムラのマージンやカラーフィルタの段差マージンを考慮すれば、ストライプドメインの発生しない液晶層の $d/p$ は0.6以上必要であることがわかった。

【0130】さらに、 $d/p$ が0.58(ピッチが8.6 $\mu$ m)の条件で、凹凸部の直径( $\phi$ )を9 $\mu$ mと5 $\mu$ mに変化させた場合では、5 $\mu$ mの方がストライプドメインが発生しにくかった。液晶層のピッチが凹凸部の直径にほぼ等しければ、ストライプドメインが発生しやすいと考えられる。

【0131】さらに、駆動回路の耐圧性、スイッチング素子及び液晶層の信頼性、携帯性等を考慮した場合、低消費電力での駆動を行う必要がある。このために、誘電率異方性 $\Delta \epsilon$ を好ましくは4~12の間に設定する。これは表3に示すように、 $\Delta \epsilon$ が4よりも小さければセル厚が5 $\mu$ mで使用する場合、しきい値電圧が3Vを越えてしまう。このため、高耐圧ドライバが必要となり、スイッチング素子、液晶層に負担がかかる。 $\Delta \epsilon$ が12を越えると、短時間のエージングによってもシミや残像が多発するようになるからである。本実施形態6においては $\Delta \epsilon$ を7とした。

【0132】

【表3】

液晶名	$\Delta\epsilon$	保持率 (%)	しきい値電圧 (V)	線残像やシミ発生状況 (注)
A	12.3	96.4	1.8	×
B	12.0	96.2	1.8	○
C	10.9	95.3	1.8	○
D	8.6	94.5	2.0	○
E	7.0	96.5	2.2	◎
F	5.8	96.6	2.4	◎
G	5.7	96.7	2.6	◎
H	5.9	95.5	2.5	◎
I	4.8	94.8	2.7	◎
J	4.0	95.1	3.0	◎
K	3.5	96.0	3.4	◎

(注) 線残像が発生するまでの時間

200時間未満 ×  
 200～500時間 ○  
 500時間以上 ◎

【0133】以上のように、本発明において得られた反射板と、ゲストホスト型液晶の各パラメータを最適化した反射型液晶表示装置を作製した。図14(a)及び図15(a)に本実施形態6の反射型液晶表示装置の視角特性を示す。また、図14(b)及び図15(b)に従来の反射板を採用した反射型液晶表示装置の視角特性を示す。

【0134】図14(a)及び(b)において、本実施形態6の反射型液晶表示装置は、 $-45^\circ \sim +45^\circ$ 度の広い範囲でコントラスト比が3.5以上、明るさが40%以上の良好な表示を実現した。これに対し、図14(b)及び図15(b)において、従来の反射板を搭載した液晶表示装置は、 $-15^\circ \sim +15^\circ$ のごく狭い範囲でコントラスト比が3.5以上、明るさが40%以上の表示を実現したが、その範囲を越えると明るさが極度に低下した。

【0135】さらに、実施形態5で説明したように、実施形態6で得られた反射型液晶表示装置を複数光源下で目視により観察したところ、従来のものより、視角特性の拡大だけでなく、明るさの絶対値も大きく感じられた。

【0136】したがって、本発明で得られた反射板とゲストホスト型液晶の各パラメータを最適化した反射型液晶表示装置を作成したことで、ヒステリシスのない、従来よりも明るく高コントラストな表示が得られるようになり、多階調表示が可能となった。そこで、下記実施形態7のようにカラーフィルタとの組み合わせが可能となり、実用に耐え得る反射型多色カラーLCDを実現することができた。

【0137】(実施形態7) 上記実施形態6で作成した反射型液晶表示装置において、さらにカラーフィルタとの条件整合を行った反射型液晶表示装置について説明を行う。

【0138】図19に本実施形態7の反射型液晶表示装

置に搭載されたカラーフィルタ及び従来の反射型液晶表示装置に搭載されたカラーフィルタの色度図を示す。図19において△で示す従来のカラーフィルタは、透過光量を増加させなければならなかったもので、その色数は2色に限られ、しかも色の濃さも薄いものであった。本実施形態7のカラーフィルタは、○及び●で示すような赤、青、緑の3色から構成されるもので、それぞれの色の濃さも従来より濃い。

【0139】また、図13に本実施形態7で使用するカラーフィルタの断面図を示す。

【0140】図13において、カラーフィルタの各絵素間には最大約0.6  $\mu\text{m}$ の段差が生じており、このまま対向基板と貼り合わせて液晶層を形成すれば、絵素間の段差に起因したストライプドメインが発生する。この不具合を抑制するため、カラーフィルタの上にさらに平坦化膜を塗布し、絵素間の段差を緩和し段差を0.3  $\mu\text{m}$ にとどめた。絵素間の段差が0.3  $\mu\text{m}$ より小さい場合、平坦化膜なしで使用しても良い。

【0141】この結果、カラーフィルタを搭載しても、ヒステリシスが発生しない色再現性の良い多階調表示が可能となり、本実施形態7では、明るさ、コントラスト、応答速度、信頼性等の点で優れた256色以上の多色表示が低消費電力駆動のもとで可能となった。

【0142】

【発明の効果】以上説明したように本発明の反射板によれば、周囲光を効率良く利用することができるので、明るい反射強度が得られる。また、本発明の製造方法によれば、設計された反射板を再現性良く作製することができるので、正反射成分が少なく、広い視野範囲にわたり反射光強度の強い反射板を提供することができ、偏りの少ない周囲光の下で明るい表示が得られる。また、本発明の反射板を液晶層と組み合わせて反射型液晶表示装置を作成することにより、従来よりも外部光を効率良く利用することができるので明るさ、コントラストにすぐ

れた表示が実現される。さらに、液晶層の条件を最適化することにより、明るさ、コントラスト、応答速度、信頼性、消費電力等の点で優れた特性を有するヒステリシスのない多階調の反射型液晶表示装置を提供することができる。さらに、カラーフィルタを搭載させることで色の美しい、多色の反射型カラー表示が実現できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】図1(a)～(m)は実施形態1における本発明の反射板の作製方法を示す断面図である。

【図2】図2(a)は実施形態1における本発明の反射板表面の傾斜角度分布を示す。図2(b)は実施形態2における本発明の反射板表面の傾斜角度分布を示す。図2(c)は比較形態1における反射板表面の傾斜角度分布を示す。図2(d)は比較形態2における反射板表面の傾斜角度分布を示す。図2(e)は実施形態5における本発明の反射板表面の傾斜角度分布を示す。

【図3】反射板の反射特性の測定方法を示す概念図である。

【図4】図4(a)は実施形態1における本発明の反射板の反射特性を示す。図4(b)は実施形態2における本発明の反射板表面の反射特性を示す。図4(c)は比較形態1における従来の反射板の反射特性を示す。図4(d)は比較形態2における従来の反射板表面の反射特性を示す。図4(e)は実施形態5における本発明の反射板表面の反射特性を示す。

【図5】図5(a)～(i)は実施形態2における本発明の反射板の作製方法を示す断面図である。

【図6】図6(a)～(j)は比較形態2における本発明の反射板の作製方法を示す上面図及び断面図である。

図6(a)～(e)はそれぞれ、上面図である図6(f)～(j)のA-A'断面図である。

【図7】図7(a)～(d)は実施形態3における本発明の反射板の作製方法を示す断面図である。

【図8】図8(a)～(c)は実施形態4における本発明の反射板の作製方法を示す断面図である。

【図9】図9(a)～(l)は実施形態5における本発明の反射板の作成方法を示す断面図及び上面図である。

図9(a)～(f)は、上面図である図9(g)～(l)のA-A'断面図である。

【図10】実施形態5における本発明の反射板の断面形状を示すグラフである。

【図11】実施形態6における反射型液晶表示装置の構成を示す断面図である。

【図12】液晶表示装置におけるコントラスト比と複屈折率 $\Delta n$ との関係を示すグラフである。

【図13】実施形態6及び7で用いるカラーフィルタの断面形状を示す図である。

【図14】図14(a)は実施形態6における反射型液晶表示装置の視覚特性(明るさ)を示す図である。図14(b)は従来の反射型液晶表示装置の視覚特性(明る

さ)を示す図である。

【図15】図15(a)は実施形態6における反射型液晶表示装置の視覚特性(コントラスト比)を示す図である。図15(b)は従来の反射型液晶表示装置の視覚特性(コントラスト比)を示す図である。

【図16】図16(a)及び(b)は、光源状態による入射光の違いを示す図である。

【図17】図17(a)及び(b)はそれぞれ、本発明及び従来の反射板の単一光源下での反射特性の違いを示す図である。

【図18】図18(a)及び(b)はそれぞれ、本発明及び従来の反射板の反射特性を示す図である。

【図19】本発明及び従来の反射型液晶表示装置に搭載されるカラーフィルタの構成色の色度を示す図である。

【図20】図20(a)～(l)は従来の反射板の作製方法を示す断面図及び上面図である。図20(a)～(f)は、上面図である図20(g)～(l)のA-A'断面図である。

【図21】図21(a)～(j)は比較形態1における本発明の反射板の作製方法を示す上面図及び断面図である。図21(a)～(e)はそれぞれ、上面図である図21(f)～(j)のA-A'断面図である。

【図22】反射板表面の形状と反射光強度との関係を示す図である。

#### 【符号の説明】

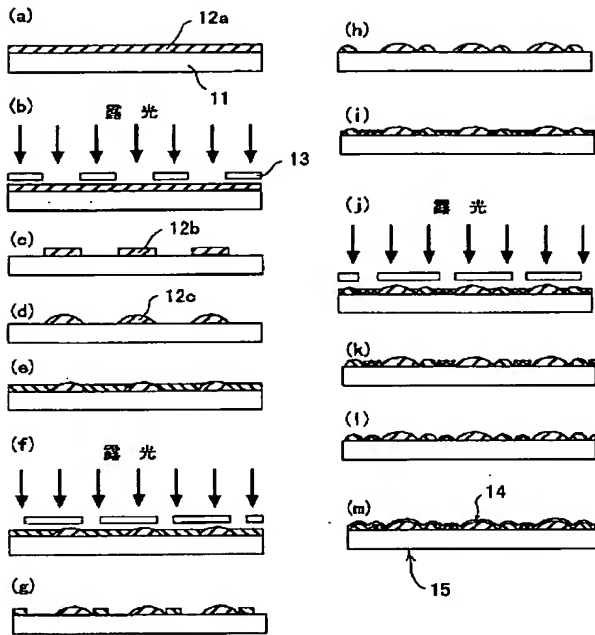
11、31、51、61、71、81、101、111、121	ガラス基板
12a、32a、34a、72a、102a、104、112a、122a	感光性樹脂
12b、32b、34b、102b、112b、122c	凸部
12c、32c、34c、102c、112c、122c	滑らかな凸部
13、33、35、73、103、113、123	フォトマスク
14、36、114、55、65、75、105、114、125	反射膜
15、37、66、76、106、115、125、203、204a、204b	反射板
16	UV硬化樹脂
17	ガラス板
18、200	光源
19、201	入射光
20、202	反射光
21	フォトマルチメーター
22	正反射方向
23	測定角度
52	酸化物膜
53、54、64、72c	凹凸
62	微粒子



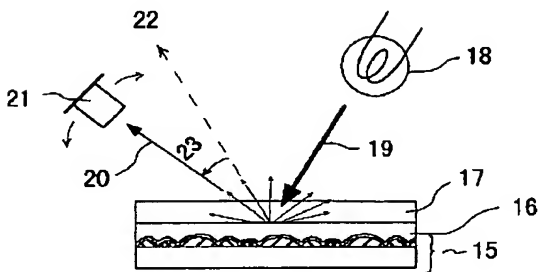
25

- 6 3 有機絶縁性樹脂
- 7 2 c 凹部
- 7 4 2層目の凹部
- 8 1 反射基板
- 8 2 カラーフィルタ
- 8 3 対向基板
- 8 4 液晶層
- 8 5 絶縁性基板

【図1】



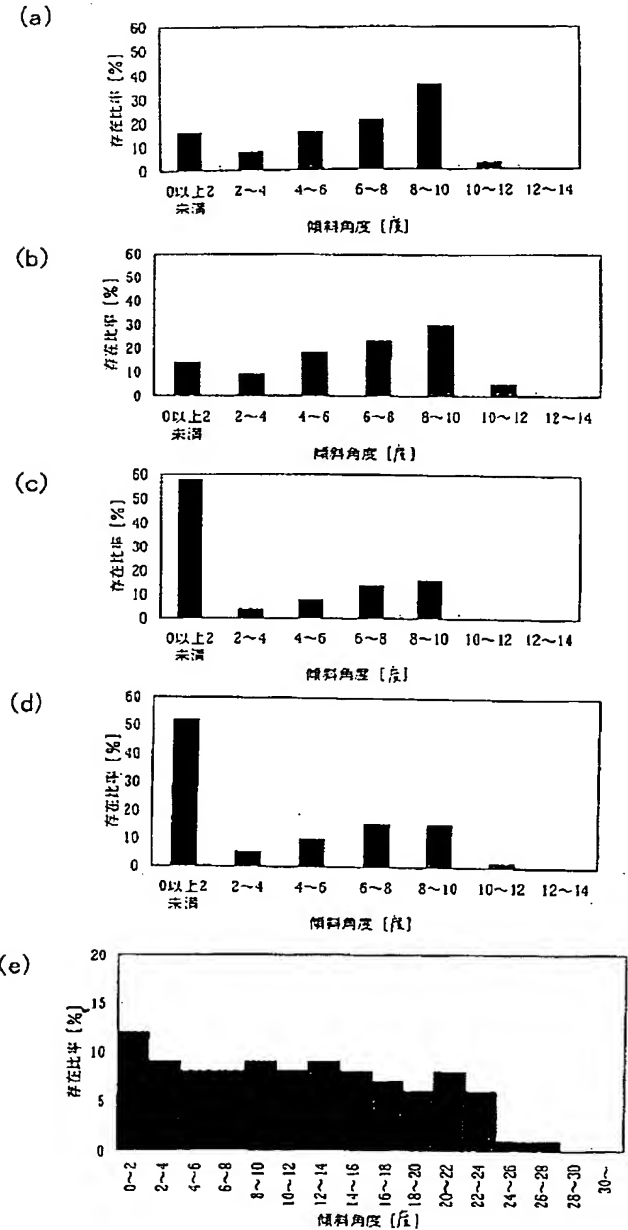
【図3】



26

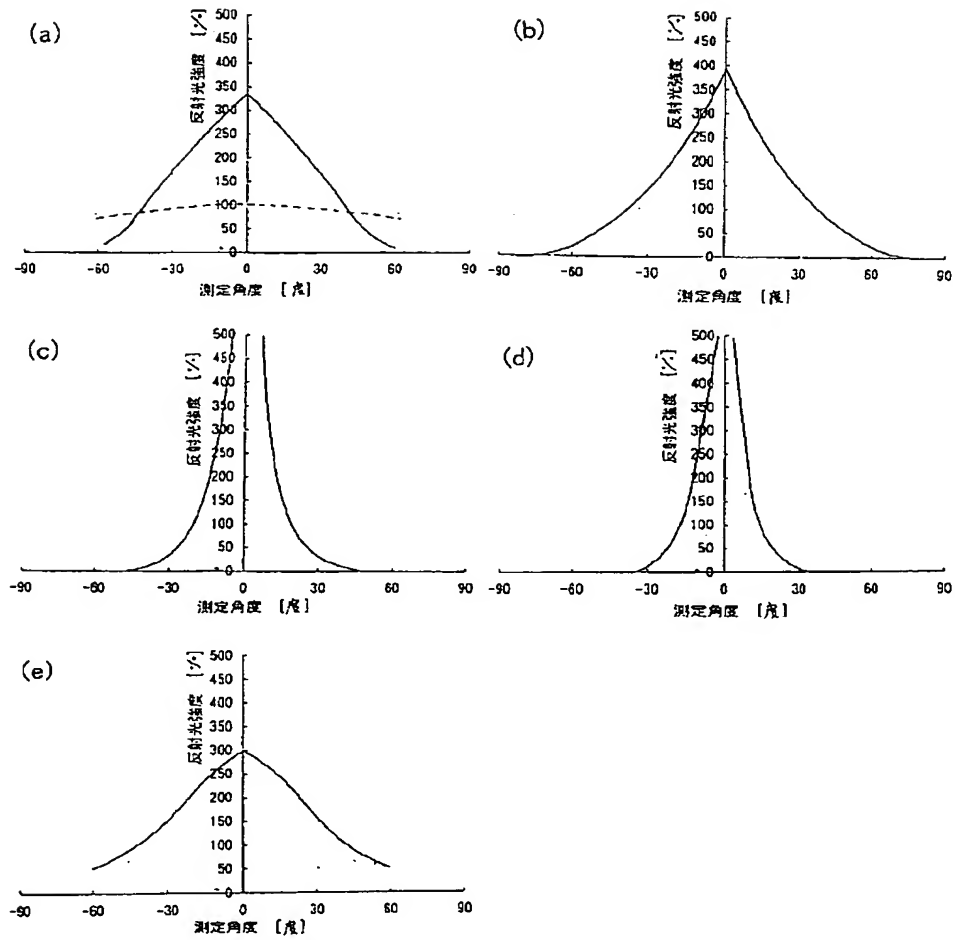
- 8 6 薄膜トランジスタ
- 8 7 画素電極
- 8 8 感光性樹脂
- 8 9 反射画素電極
- 9 0 コンタクトホール
- 9 1 配向膜
- 9 2 平坦化膜
- 9 3 対向電極

【図2】

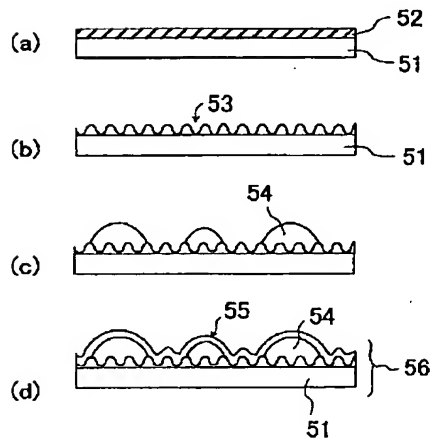




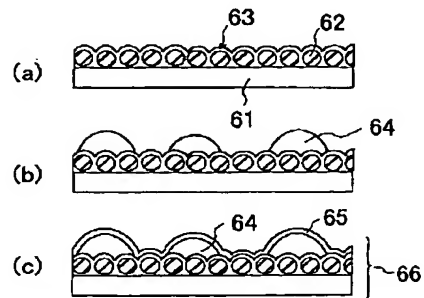
【図4】



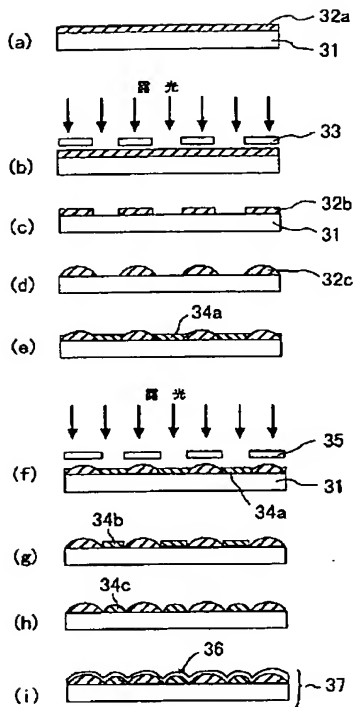
【図7】



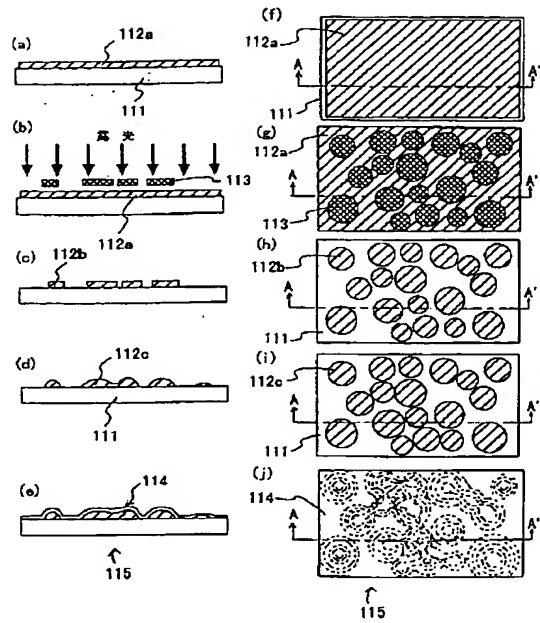
【図8】



【図5】

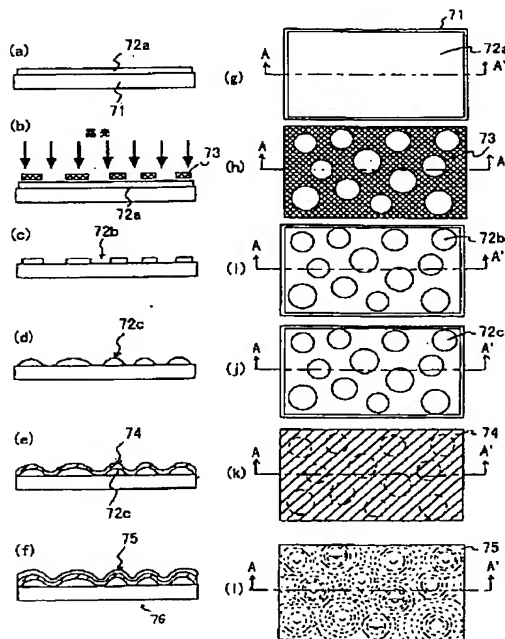


【図6】

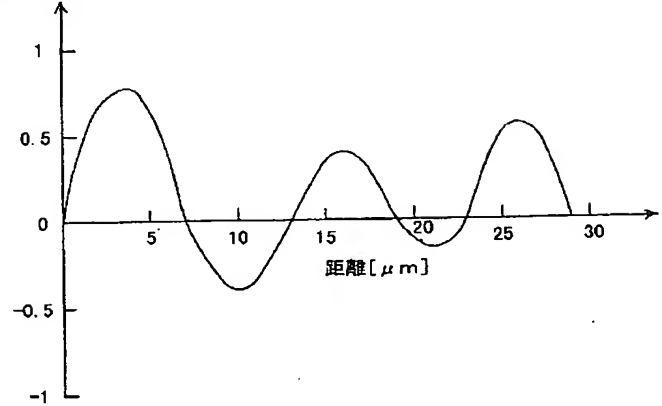


【図10】

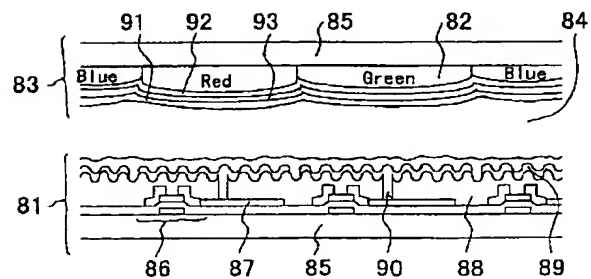
【図9】



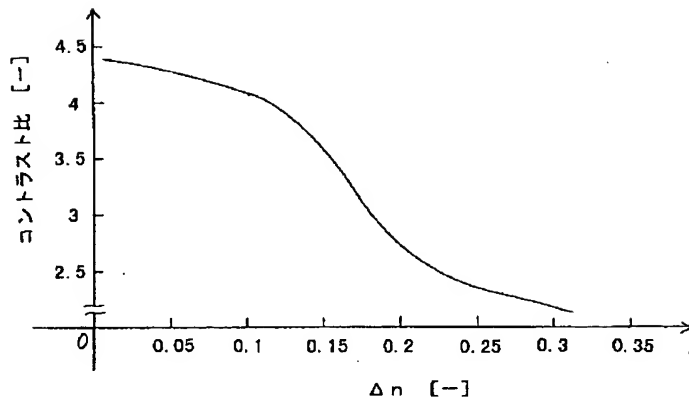
高さ[μm]



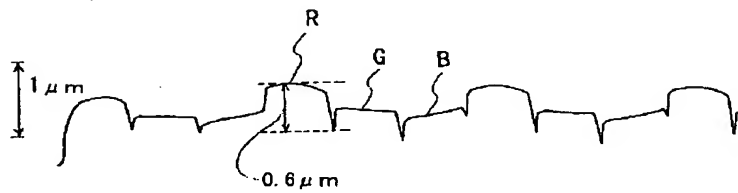
【図11】



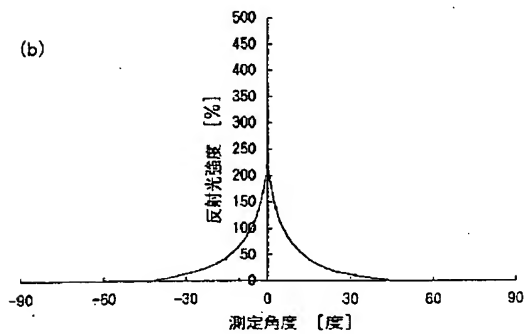
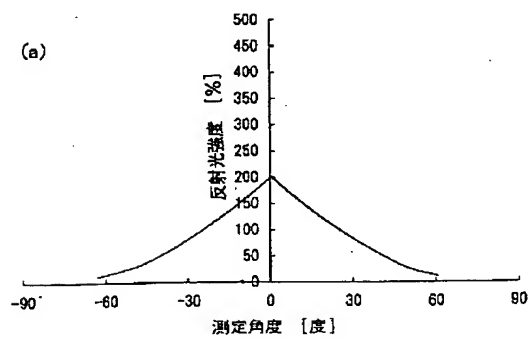
【図12】



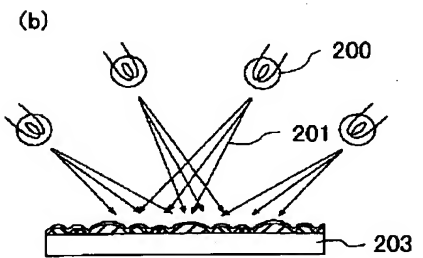
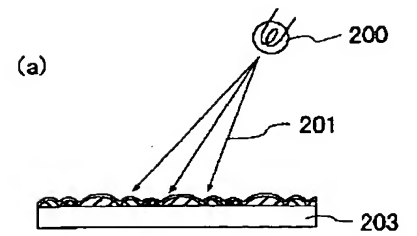
【図13】



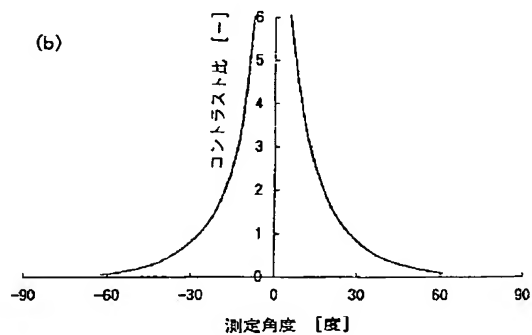
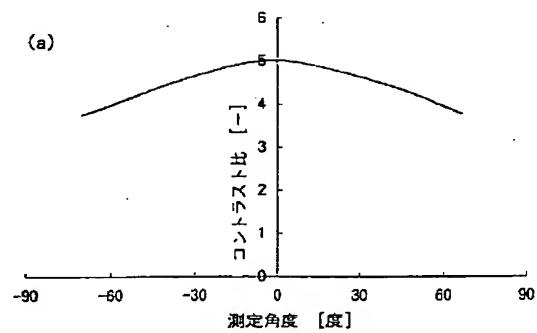
【図14】



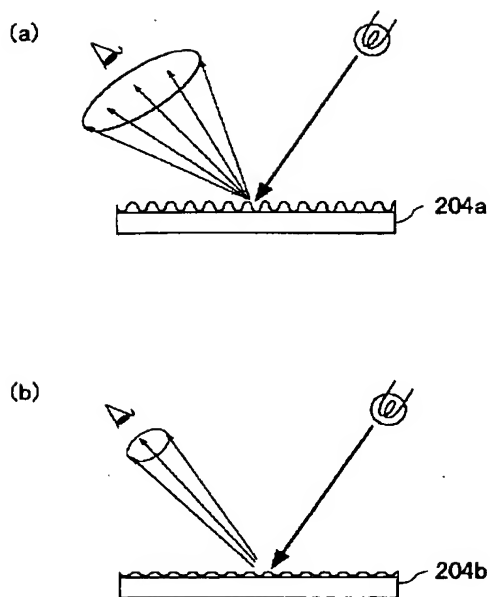
【図16】



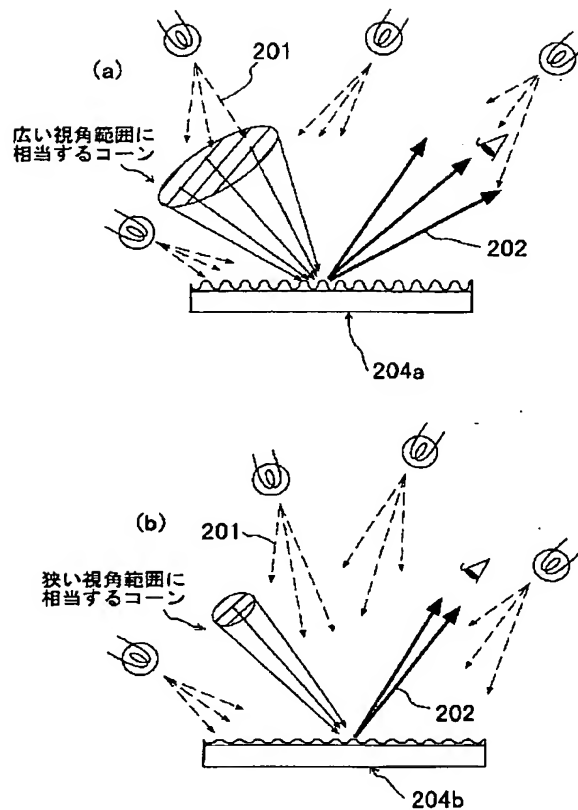
【図15】



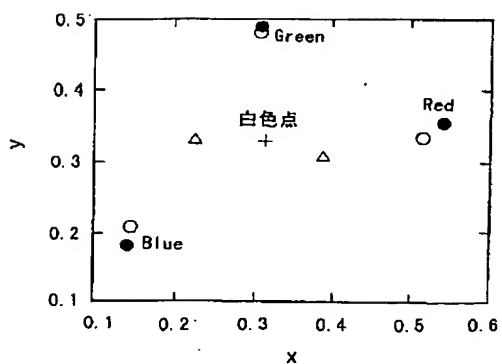
【図17】



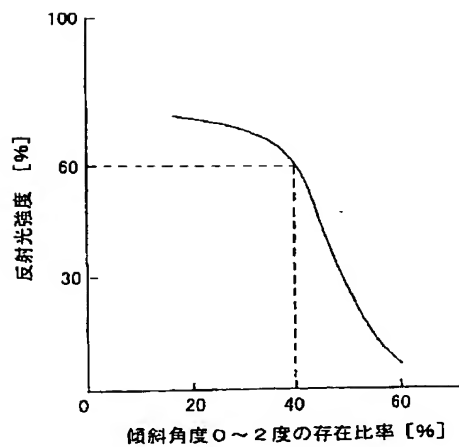
【図18】



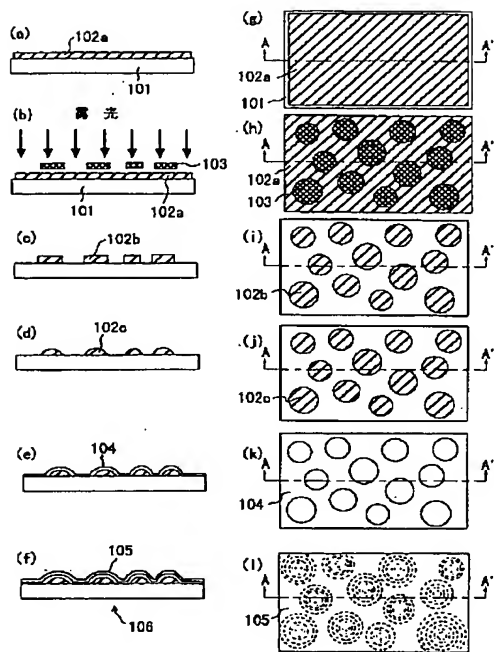
【図19】



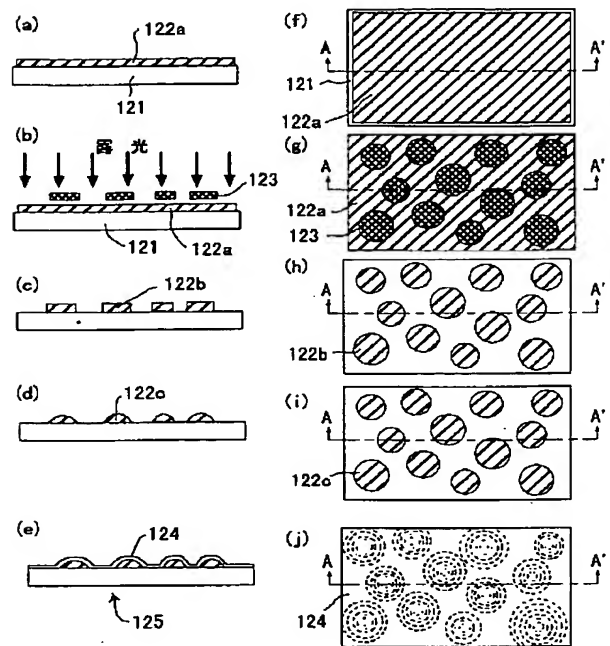
【図22】



【図 20】



【図 21】



フロントページの続き

(72)発明者 伴 真理子  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内  
(72)発明者 伊藤 康尚  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内

(72)発明者 中村 浩三  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内  
(72)発明者 木村 直史  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内